

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 365 243

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 77 28341

(54)

Compensateur de retard pour microondes comprenant une paire d'éléments à constantes réparties en tant que coupleur directionnel.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). - H 03 H 7/34; H 01 P 1/32.

(22)

Date de dépôt 20 septembre 1977, à 15 h 47 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée au Japon le 21 septembre 1976, n. 113.481/1976 au nom de la demanderesse.*

(41)

Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. - «Listes» n. 15 du 14-4-1978.

(71)

Déposant : Société dite : NIPPON ELECTRIC CO., LTD, résidant au Japon.

(72)

Invention de : Osamu Kasuga et Osamu Yamamoto.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Chereau et Cabinet Rodes Réunis, Conseils en brevets d'invention, 107, boulevard Péreire, 75017 Paris.

La présente invention concerne un compensateur de retard pour microondes destiné à être utilisé dans un dispositif de télécommunication par microondes.

5 Dans un dispositif de télécommunications par microondes et plus particulièrement, dans un dispositif de télécommunication par microondes à modulation de fréquence multiplex, une distorsion de retard prend inévitablement place en raison d'un retard temporel inégal ou non-linéaire, au niveau d'un émetteur et/ou d'un récepteur du dispositif. Le contrôle de la distorsion de retard devient plus
10 important car cette distorsion est susceptible d'augmenter avec la capacité de transmission du dispositif de télécommunication. La distorsion de retard est habituellement compensée par l'utilisation d'un compensateur de retard pour microondes pour rendre le retard temporel constant ou plat dans son ensemble. Pour autant que le re-
15 tard temporel est représenté par la dérivée d'un déphasage par rapport à la fréquence, le compensateur de retard comprend un ou plusieurs éléments de réactance pour rendre linéaire la caractéristique de déphasage en fonction de la fréquence sur une largeur de bande donnée.

20 Comme cela sera exposé ci-après en relation avec l'une des figures, un compensateur de retard pour microondes classique du type décrit comprend un circulateur muni de trois fenêtres, un résonateur étant connecté à l'une des trois fenêtres en tant qu'élément de réactance. Toutefois, le circulateur est habituellement constitué
25 de ferrite dont les caractéristiques varient considérablement avec la température. Ainsi, une compensation de température est indispensable. Une variante du compensateur de retard classique comprend un coupleur directionnel hybride muni d'une paire de fenêtres supplémentaires en plus d'une fenêtre d'entrée et d'une fenêtre de sortie. Deux cavités résonantes sont connectées aux fenêtres supplé-
30 mentaires respectives en tant qu'éléments de réactance comme cela sera décrit plus en détail ci-après. Cette variante de compensateur classique est encombrante et lourde en raison de la présence des deux cavités résonantes.

35 Ainsi, un objet de la présente invention est de prévoir un compensateur de retard pour microondes qui soit de petite dimension et peu pesant.

38 Un autre objet de la présente invention est de prévoir un

compensateur de retard pour microondes du type décrit qui soit de structure simple et présente cependant une excellente caractéristique de température.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un
5 compensateur de retard pour microondes du type décrit qui ne comprend pas de cavité résonnante encombrante.

Un compensateur de retard pour microondes selon la présente invention est destiné à égaliser la distorsion de retard
10 inévitable dans un signal d'entrée d'une bande de fréquence comprenant une fréquence prédéterminée pour produire un signal de sortie de cette bande de fréquence. Le signal de sortie est sensiblement exempt de distorsion de retard. Le compensateur comprend une borne d'entrée et une borne de sortie pour des signaux d'entrée et de sortie respectivement; un coupleur directionnel comprenant une première,
15 une seconde, une troisième et une quatrième fenêtre; et un premier et second résonateurs couplés au coupleur directionnel. Les bornes d'entrée et de sortie sont sensiblement parallèles à une direction prédéterminée dans un premier et un second sens et sont connectées aux première et seconde fenêtres respectivement. Le coupleur permet
20 de fournir un couplage directionnel dans la bande de fréquence considérée pour amener le signal d'entrée qui lui est fourni à partir de la borne d'entrée à apparaître comme le signal de sortie fourni à la borne de sortie et à apparaître en tant que paire de signaux déphasés aux troisième et quatrième fenêtres respectivement. Les deux
25 signaux couplés présentent une différence de phase l'un par rapport à l'autre. Les premier et second résonateurs résonent sensiblement pour la fréquence prédéterminée. Selon la présente invention, le compensateur de retard pour microondes comprend un conducteur qui est mis à la masse et un élément de base ayant une surface principale, comprenant elle-même une zone centrale et une paire de zones latérales
30 contiguës transversalement à la direction de la zone centrale des deux côtés de celle-ci. Les première et seconde fenêtres sont décalées par rapport à la zone centrale l'une par rapport à l'autre. Le coupleur directionnel comprend un premier et un second élément à
35 constantes réparties s'étendant sensiblement selon la direction déterminée de la première fenêtre dans le premier sens vers la troisième fenêtre et depuis la seconde fenêtre dans le deuxième sens
38 vers la quatrième fenêtre, respectivement, ces éléments étant élec-

5 tromagnétiquement couplés l'un à l'autre. Chacun des premier et second éléments à constantes réparties présente une longueur sensiblement égale à un multiple entier impair du quart de la longueur d'onde d'un signal de fréquence déterminé. Les troisième et quatrième fenêtres des éléments à constante répartie ne sont pas connectées au conducteur. Les premier et second résonateurs sont connectés au conducteur sur les zones latérales respectivement, et sont couplés électromagnétiquement au premier et second éléments à constantes réparties respectivement.

10 Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

15 La figure 1 est un schéma sous forme de blocs d'un compensateur de retard classique pour microondes;

La figure 2 représente partiellement sous forme de blocs un autre compensateur de retard classique pour microondes;

20 La figure 3 est une vue en perspective d'un compensateur de retard pour microondes selon un premier mode de réalisation de la présente invention;

La figure 4 représente une caractéristique de retard en fonction de la fréquence pour un compensateur pour microondes selon le premier mode de réalisation de la présente invention;

25 La figure 5 est une vue en perspective d'un compensateur de retard pour microondes selon un second mode de réalisation de la présente invention;

La figure 6 est une vue en perspective d'un compensateur de retard pour microondes selon un troisième mode de réalisation de la présente invention;

30 La figure 7 est une vue en perspective d'un compensateur de retard pour microondes selon un quatrième mode de réalisation de la présente invention;

35 La figure 8 est une vue en perspective d'un compensateur de retard pour microondes selon un cinquième mode de réalisation de la présente invention; et

La figure 9 est une représentation graphique illustrant la dépendance en température d'un compensateur de retard pour microondes selon la présente invention.

La figure 1 représente un compensateur de retard pour microondes classique. Ce compensateur de retard classique comprend un circulateur 10 muni de trois fenêtres et connecté à une borne d'entrée 11, une borne de sortie 12 et une borne supplémentaire 13. Un résonateur unique 14 est couplé à la borne supplémentaire 13. La borne d'entrée 11 est alimentée par un signal d'entrée de microondes dans une bande de fréquences donnée en provenance d'un filtre passe-bande classique (non représenté). Le signal d'entrée est soumis à un petit retard temporel au niveau de la fréquence centrale de la bande. Le signal d'entrée est fourni à partir de la borne d'entrée 11 au résonateur 14 par l'intermédiaire de la borne supplémentaire 13 et ensuite réfléchi vers cette même borne 13 par l'action de réflexion du résonateur 14. Le signal réfléchi circule jusqu'à la borne de sortie 12 en tant que signal de sortie, la distorsion de retard du signal d'entrée étant compensée. Le résonateur 14 a une fréquence de résonance sensiblement égale à la fréquence centrale. Ainsi, le signal d'entrée est soumis à un retard temporel important au niveau de la fréquence de résonance par suite de la résonance dans le résonateur 14. Ceci égalise le temps de retard du signal d'entrée. Le compensateur classique est toutefois très dépendant de la température comme cela a été exposé ci-dessus.

La figure 2 représente un autre compensateur de retard classique comprenant des bornes d'entrée et de sortie 11 et 12, et un coupleur directionnel en quadrature à 3 dB ayant des première et seconde fenêtres 16 et 17 connectées aux bornes 11 et 12 respectivement.

Les connexions entre la borne d'entrée 11 et la première fenêtre 16 et entre la borne de sortie 12 et la seconde fenêtre 17 s'étendent sensiblement selon une direction prédéterminée. Le coupleur 15 comprend en outre des troisième et quatrième fenêtres 18 et 19. Comme dans le compensateur représenté en figure 1, la borne d'entrée 11 est destinée à un signal d'entrée dans une bande de microondes comprenant une fréquence prédéterminée. Le signal d'entrée est sujet à une distorsion de retard. Le coupleur directionnel 15 comprend quatre conducteurs entre quatre paires de fenêtres 16 et 17, 16 et 18, 18 et 19, et 17 et 19. Chaque conducteur a une longueur égale au quart de la longueur d'onde d'un signal de la fréquence prédéterminée qui s'y propage. Le signal d'entrée fourni à la première fenêtre 16 est en conséquence fourni aux troisième et quatrième fenêtres 18 et 19 en tant qu'une paire de signaux déphasés. La paire de signaux com-

prend des signaux en quadrature l'un par rapport à l'autre. Les troisième et quatrième fenêtres 18 et 19 sont couplées à des résonateurs 21 et 22 ayant des fréquences de résonance sensiblement égales à la fréquence prédéterminée et des impédances de réflexion sensiblement identiques. Les résonateurs 21 et 22 fournissent à la borne de sortie 12 un signal de sortie exempt de distorsion de retard sans aucune réflexion du signal vers la borne d'entrée 11. Le compensateurs est encombrant comme cela a été exposé ci-dessus en raison du fait que deux cavités résonnantes sont habituellement utilisées comme résonateurs 21 et 22.

La figure 3 représente un compensateur de retard pour micro-ondes selon un premier mode de réalisation de la présente invention comprenant comme dans le cas du compensateur de retard pour micro-ondes classique représenté en figure 2, des bornes d'entrée et de sortie 11 et 12 pour un signal d'entrée et un signal de sortie du type décrit, un coupleur directionnel 15 comprenant des première, seconde, troisième et quatrième fenêtres 16, 17, 18 et 19, et des premier et second résonateurs 21 et 22. Le compensateur comprend un élément de base 25 qui est conducteur dans l'exemple représenté de façon à servir de conducteur de masse. L'élément de base 25 représenté est de forme rectangulaire. Cet élément de base 25 comprend une surface principale 26 et une paire d'éléments latéraux espacés, ou paroi arrière et avant, 27 et 28 sensiblement perpendiculaires à la surface principale 26 et une autre paire d'éléments latéraux similaires, ou parois droite et gauche, désignées tous deux par la même référence 29. Les bornes d'entrée et de sortie 11 et 12 sont sensiblement parallèles à une direction prédéterminée, elle-même parallèle dans le dessin aux éléments de parois de droite et de gauche 29 et comprend un premier sens de l'élément de paroi arrière 27 vers l'élément de paroi avant 28, et un second sens opposé au premier. On notera que les éléments de parois arrière et avant 27 et 28 sont transverses par rapport à la première direction. Pour faciliter la description ci-après, la surface principale 26 est divisée en une zone centrale s'étendant entre les éléments de parois arrière et avant 27 et 28 et une paire de zones latérales s'étendant également entre les éléments de parois 27 et 28 et entre la zone centrale et les éléments de parois droite et gauche 29, respectivement. Les première et seconde fenêtres 16 et 17 sont décalées sur la zone centrale l'une par rapport à l'autre. Les bornes d'entrée et de sor-

tie 11 et 12 sont supportées par les éléments de parois arrière et avant 27 et 28 et sont connectées aux première et seconde fenêtres 16 et 17 par une paire de pièces d'isolement dont l'une est désignée par la référence 30.

5 Comme le montre encore la figure 3, le coupleur directionnel 15 comprend des premier et second éléments à constantes réparties 31 et 32 supportés sur la zone centrale entre les éléments de parois arrière et avant 27 et 28, un espace libre étant laissé entre eux. Les premier et second éléments à constantes réparties 31 et 32 s'étendent sensiblement selon la direction allant de la première fenêtre 10 16 dans le premier sens vers la troisième fenêtre 18 et de la seconde fenêtre 17 dans le second sens vers la quatrième fenêtre 19 respectivement. Chacun des éléments à constantes réparties 31 et 32 est isolé par rapport à l'élément de base 25 et a une longueur sensiblement 15 égale à un multiple entier impair du quart de la longueur d'onde d'un signal d'une fréquence prédéterminée qui s'y propage. Il est clair que les éléments à constantes réparties 31 et 32 servent de coupleur directionnel 15 en raison du couplage électromagnétique prévu entre eux par l'intermédiaire de l'espace libre et que les signaux 20 déphasés mentionnés précédemment apparaissent aux troisième et quatrième fenêtres 18 et 19 (on se référera si on le souhaite à la revue IEEE Transactions, volume MTT-14, n° 7, juillet 1966, pages 337-346). Les premier et second résonateurs 21 et 22 sont munis, comme cela est représenté, de première et seconde pièces de résonance 36 et 25 37 s'étendant au-dessus des zones latérales respectives à partir des éléments de paroi arrière et avant 27 et 28 de façon sensiblement parallèle à ladite direction dans les second et premier sens respectivement, ces pièces étant électromagnétiquement couplées aux premier et second éléments à constantes réparties 31 et 32 respectivement. 30 Chacune des pièces de résonance 36 et 37 a une longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde du signal de la fréquence prédéterminée qui se propage et résonne pour cette fréquence prédéterminée. En pratique, un couvercle conducteur (non représenté) est placé sur les éléments de paroi 27 à 29.

35 En fonctionnement, le signal d'entrée est fourni à partir de la borne d'entrée 11 au premier élément à constantes réparties 31 par l'intermédiaire de la première fenêtre 16 pour fournir le signal 38 de sortie en provenance du second élément à constantes réparties 32

vers la borne de sortie 12 par l'intermédiaire de la seconde fenêtre 17. Les signaux déphasés sont en quadrature. Plus particulièrement, le signal déphasé de la quatrième fenêtre 19 est en retard de 90° par rapport à celui de la troisième fenêtre 18. Les premier et second résonateurs 21 et 22 donnent au signal d'entrée un retard important pour la fréquence prédéterminée. Le petit retard temporel inévitable dans le signal d'entrée pour la fréquence prédéterminée est ainsi compensé au moyen du coupleur directionnel 15 et de la paire de résonateurs 21 et 22. Ainsi, la borne de sortie 1 reçoit le signal de sortie sans distorsion de retard.

En figure 4, dans laquelle les abscisses et les ordonnées représentent respectivement la fréquence f et le temps de retard t , la courbe 40 représente le temps de retard important cité précédemment. La courbe 40 est sensiblement symétrique par rapport à la fréquence centrale f_0 de la bande de fréquence des microondes, présentant un temps de retard maximal pour la fréquence centrale f_0 . Comme dans le compensateur de retard classique représenté en figure 2, les résonateurs 21 et 22 présentent des valeurs de Q non chargées élevées. En conséquence, un compensateur de retard selon un premier mode de réalisation permet d'égaliser le retard temporel non-linéaire du signal d'entrée, ses caractéristiques d'amplitude étant sensiblement inchangées.

La figure 5 représente un compensateur de retard selon un second mode de réalisation de la présente invention comprenant des éléments similaires désignés par des références numériques identiques à celles de la figure 3, sauf que chacun des premier et second résonateurs 21 et 22 comprend en outre une pièce de résonance supplémentaire 41 ou 42 ayant une longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde du signal de fréquence prédéterminée qui se propage. Les pièces de résonance supplémentaires 41 et 42 des premier et second résonateurs 21 et 22 s'étendent depuis les éléments de parois arrière et avant 27 et 28 sensiblement selon la direction prédéterminée dans lesdits premier et second sens respectivement. En d'autres termes, les pièces de résonance supplémentaires 41 et 42 s'étendent dans des sens opposés par rapport aux pièces de résonance 36 et 37 respectivement, et servent à améliorer les distorsions de retard d'ordre élevé. Comme cela a été exposé, les pièces de résonance supplémentaires 41 et 42 sont situées latéralement vers l'extérieur des pièces de résonance 36 et 37 respectivement.

La figure 6 représente un compensateur de retard pour microondes selon un troisième mode de réalisation de la présente invention et comprend à nouveau des éléments analogues désignés par des références numériques identiques à celles de la figure 3 sauf que le coupleur directionnel 15 comprend une plaque diélectrique 45 entre les éléments à constantes réparties 31 et 32. Dans l'exemple représenté, les éléments à constantes réparties 31 et 32 sont liés à la plaque diélectrique 45 et peuvent être munis de motifs conducteurs formés sur une paire de surfaces principales de la plaque 45. Comme dans le compensateur de retard représenté en figure 5, chacun des résonateurs 21 et 22 peut en outre comprendre une autre pièce de résonance.

La figure 7 représente un compensateur de retard pour microondes selon un quatrième mode de réalisation de la présente invention qui est analogue au compensateur représenté en figure 6. La zone centrale, désignée ici par la référence 46, de la surface centrale 26 de l'élément de base conducteur 25 est renfoncée par rapport aux zones latérales 27 et 48 s'étendant de façon éloignée par rapport au coupleur directionnel 15. En d'autres termes, les zones latérales 47 et 48 font saillie vers le haut vers les premier et second résonateurs 21 et 22 respectivement. Avec cet agencement, il est possible de commander le couplage électromagnétique entre les premier et second éléments à constantes réparties 31 et 32 et les premier et second résonateurs 21 et 22. Selon le cas, la zone centrale 46 fait saillie vers le coupleur directionnel 15 par rapport aux zones latérales 47 et 48 pour réaliser un couplage électromagnétique optimal.

La figure 8 représente un compensateur de retard pour microondes selon un cinquième mode de réalisation de la présente invention comprenant à nouveau des parties analogues aux précédentes désignées par des références numériques identiques. Dans l'exemple représenté, l'élément de base 25 est un substrat diélectrique sensiblement rectangulaire portant une paire de lignes espacées latéralement ou arrière et avant. Les premier et second éléments à constantes réparties 31 et 32 s'étendent directement sur la zone centrale du substrat diélectrique 25 à partir des lignes latérales sensiblement selon la direction prédéterminées dans les premier et second sens respectivement. Les bornes d'entrée et de sortie 11 et 12 sont connectées aux éléments à constantes réparties 31 et 32 au niveau des lignes arrière et avant. Un conducteur 51 s'étend partiellement le long de chacune

des lignes arrière et avant. Les pièces de résonance des premier et second résonateurs 21 et 22 s'étendent directement sur les zones latérales respectives du substrat diélectrique 25 à partir des conducteurs 51 sensiblement selon la direction prédéterminée dans les premier et second sens respectivement. De préférence, les éléments à constantes réparties 31 et 32 présentent des côtés ondulés se faisant face, une zone en forme de zigzag de la zone centrale du substrat diélectrique étant interposée entre eux. Il est possible de fabriquer le coupleur directionnel 15 et les résonateurs 21 et 22 à l'aide d'un motif conducteur formé sur le substrat. Les pièces de résonance et les pièces de résonance supplémentaire, si l'on en utilise, peuvent être fournies par un résonateur diélectrique connu dans la technique.

Enfin, la figure 9 est une courbe dans laquelle les abscisses représentent la fréquence f et les ordonnées le retard t comme dans la figure 4. Cette courbe illustre la dépendance en température d'un compensateur de retard selon la présente invention. A titre d'exemple, des mesures ont été effectuées en utilisant le compensateur de la figure 6 comprenant des éléments à constantes réparties 31 et 32 ayant chacun 3,2 mm de large et 12 mm de long, et des pièces de résonance 36 et 37 ayant chacune 6 mm de long et 5 mm de diamètre. La bande de fréquence utilisée avait une fréquence centrale de 6.460 MHz. La courbe en trait plein 56 représente la caractéristique de retard à 25°C. La courbe en pointillés 57 et la courbe en trait mixte 58 représentent les caractéristiques à 0°C et à 50°C respectivement. Le compensateur de retard a un temps de retard d'environ 15 nanosecondes pour la fréquence centrale. Comme cela est clair à partir des courbes 56 à 58, les caractéristiques de retard en fonction de la fréquence dépendent très peu de la température.

La présente invention a été décrite ci-dessus en relation avec des modes de réalisation particulier. Il est toutefois clair que diverses variantes et modifications peuvent être effectuées sans s'écarter du domaine de la présente invention. Il est par exemple possible d'utiliser un élément de base 25 en une matière diélectrique dans les modes de réalisation illustrés en relation avec les figures 3 et 5 à 7 ou de disposer chaque pièce de résonance et les pièces de résonance supplémentaires s'il y en a, de façon sensiblement perpendiculaire à la surface principale de l'élément de base plutôt que parallèlement à celle-ci comme cela a été illustré ci-des-

sus. Les pièces ou éléments de résonance supplémentaires des premier et second résonateurs peuvent s'étendre dans le même sens que les pièces de résonance de celui-ci respectivement.

REVENDICATIONS

- 1 - Compensateur de retard pour microondes pour égaliser la distorsion de retard inévitable dans un signal d'entrée d'une bande de fréquence de microondes comprenant une fréquence prédé-
- 5 terminée pour produire un signal de sortie dans ladite bande de fréquence, ce signal de sortie étant sensiblement exempt de distorsion de retard; ce compensateur comprenant une borne d'entrée et une borne de sortie pour les signaux d'entrée et de sortie, respectivement; un coupleur directionnel ayant une première, une seconde
- 10 une troisième et une quatrième fenêtre ; et un premier et un second résonateurs couplés à ce coupleur directionnel dans ladite bande; les bornes d'entrée et de sortie étant sensiblement parallèles à une direction prédéterminée, selon un premier et un second sens, et étant connectées aux première et seconde fenêtres respectivement; le coupleur pouvant assurer le couplage directionnel
- 15 dans ladite bande pour amener le signal d'entrée qui lui est fourni à partir de la borne d'entrée à apparaître en tant que signal de sortie fourni à la borne de sortie, et à apparaître en tant que paires de signaux déphasés au niveau des troisième et quatrième fenêtres respectivement, les deux signaux déphasés présentant une certaine différence de phase l'un par rapport à l'autre, les premier et second résonateurs résonnant sensiblement à ladite fréquence, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 20 - un conducteur de masse; et
- 25 - un élément de base ayant une surface présentant, une zone centrale et une paire de zones latérales transversalement contiguës;
- les première et seconde fenêtres étant décalées dans la zone centrale l'une par rapport à l'autre;
- 30 - le coupleur directionnel comprenant un premier et un second élément à constantes réparties s'étendant sensiblement selon ladite direction depuis la première fenêtre dans ledit premier sens vers la troisième fenêtre et depuis la seconde fenêtre dans ledit second sens vers la quatrième fenêtre, respectivement, ces
- 35 éléments étant électromagnétiquement couplés l'un à l'autre; chacun des premier et second éléments à constantes réparties ayant une longueur sensiblement égale à un multiple entier impair du quart de la longueur d'onde de ladite fréquence, pour le signal dans chaque
- 38 élément, les troisième et quatrième fenêtres n'étant pas connectées

tées audit conducteur;

- les premier et second résonateurs étant connectés audit conducteur au niveau des zones latérales, respectivement, et étant électromagnétiquement couplés aux premier et second éléments à constantes réparties, respectivement.

2 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et second éléments à constantes réparties se font face, un espace étant laissé entre eux, l'élément de base comprenant une paire d'éléments de parois latérales espacés sensiblement perpendiculaires à la surface principale transversalement à ladite direction, les bornes d'entrée et de sortie étant soutenues par les éléments de paroi, respectivement, les éléments à constantes réparties étant placés entre les éléments de paroi.

3 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 2, caractérisé en ce que chacun des premier et second résonateurs comprend une pièce de résonance connectée audit conducteur et ayant une longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde de ladite fréquence, les pièces de résonance des premier et second résonateurs s'étendant depuis les éléments de paroi latérale sensiblement selon ladite direction dans lesdits second et premier sens respectivement, et étant électromagnétiquement couplées aux premier et second éléments à constantes réparties respectivement.

4 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 3, caractérisé en ce que chacun des premier et second résonateurs comprend en outre un élément de résonance connecté audit conducteur et ayant une longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde de ladite fréquence dans ledit élément de résonance, les éléments de résonance des premier et second résonateurs s'étendant à partir des éléments de paroi latérale sensiblement selon ladite direction et étant électromagnétiquement couplés aux pièces de résonance des premier et second résonateurs respectivement.

5 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 1, caractérisé en ce que le coupleur directionnel comprend en outre une plaque diélectrique entre les premier et second éléments à constantes réparties, l'élément de base comprenant une paire d'éléments de parois latérales espacés sensiblement perpendiculaires à la surface principale transversalement à ladite direc-

tion, les bornes d'entrée et de sortie étant soutenues par lesdits éléments de paroi respectivement, lesdits éléments à constantes réparties et la plaque diélectrique étant placés entre ces éléments de paroi.

5 6 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 5, caractérisé en ce que les premier et second éléments à constantes réparties sont en contact direct avec la plaque diélectrique.

10 7 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 6, caractérisé en ce que chacun des premier et second résonateurs comprend une pièce de résonance connectée au conducteur et ayant une longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde de ladite fréquence, dans ladite pièce, les pièces de résonance des premier et second résonateurs s'étendant à partir des
15 éléments de parois latérales sensiblement selon ladite direction dans lesdits second et premier sens respectivement et étant électromagnétiquement couplées aux premier et second éléments à constantes réparties respectivement.

20 8 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 7, caractérisé en ce que les premier et second résonateurs comprennent en outre un élément de résonance connecté audit conducteur et ayant une longueur sensiblement égale au quart de la longueur d'onde dans l'élément de résonance pour un signal à ladite fréquence, les éléments de résonance des premier et second résonateurs s'étendant à partir des éléments de parois latérales sensiblement selon ladite direction et étant électromagnétiquement couplés auxdites pièces de résonance des premier et second résonateurs respectivement.

30 9 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de base est fait en une matière conductrice, une partie de cet élément de base conducteur servant en tant que ledit conducteur, la zone centrale étant en creux par rapport aux zones latérales situées au-delà des éléments à constantes réparties.

35 10 - Compensateur de retard pour microondes selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de base comprend un substrat diélectrique muni d'une paire de lignes latérales espacées transversalement à ladite direction, les premier et second
38

5 éléments à constantes réparties s'étendant directement sur la zone
centrale du substrat à partir desdites lignes latérales sensible-
ment selon ladite direction dans lesdits premier et second sens,
respectivement; les premier et second résonateurs s'étendant direc-
tement sur les zones latérales respectives à partir desdites li-
10 gnes latérales sensiblement selon ladite direction dans lesdits
second et premier sens respectivement, les bornes d'entrée et de
sortie étant connectées aux premier et second éléments à constan-
tes réparties au niveau des lignes latérales respectivement; le con-
ducteur s'étendant sur le substrat partiellement le long de chacune
15 desdites lignes latérales.

Il - Compensateur de retard pour microondes selon la re-
vendication 10, caractérisé en ce que les éléments à constantes
réparties comprennent des côtés ondulés se faisant face, une zone
15 en forme de zigzag de la zone centrale du substrat étant interpo-
sée entre eux.

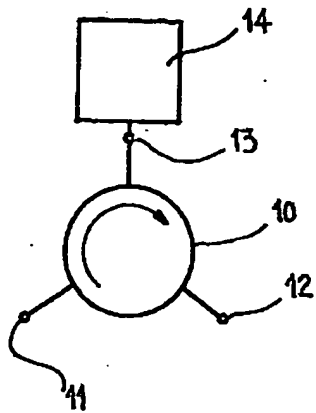


Fig: 1

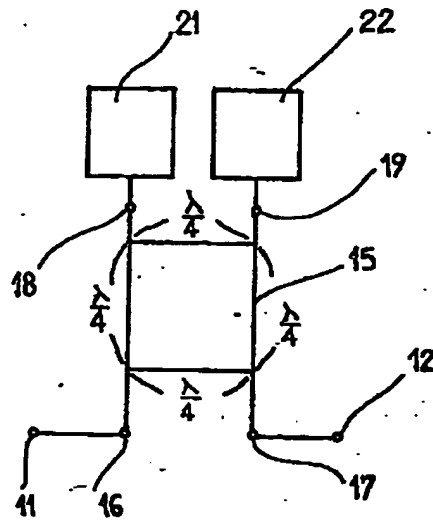


Fig: 2

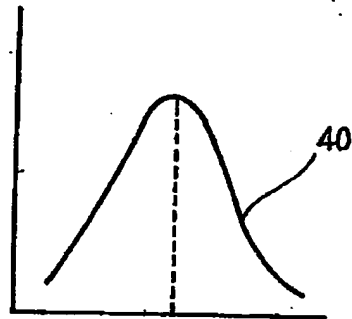


Fig: 4

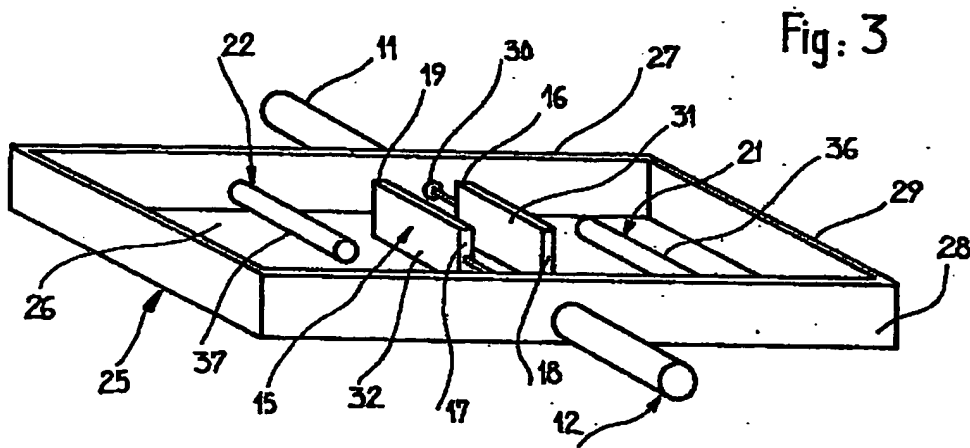


Fig: 3

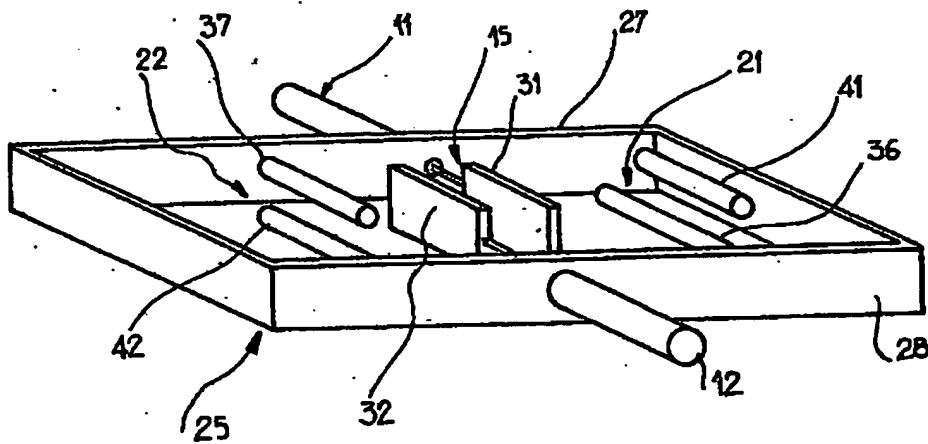


Fig: 5

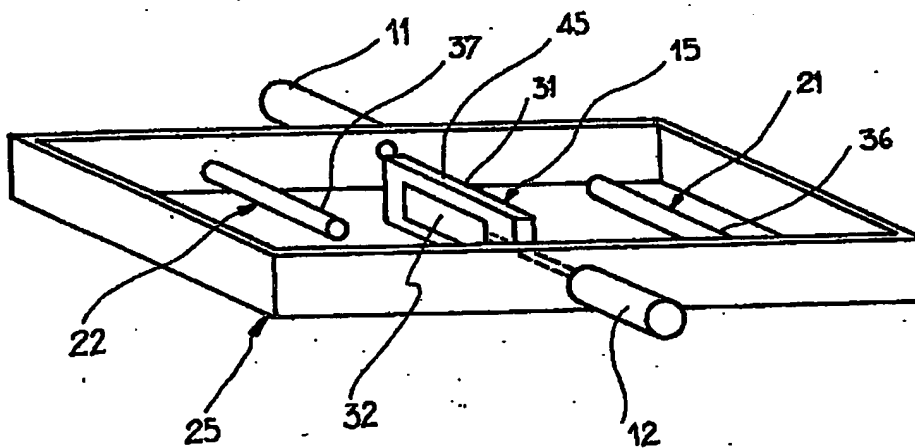


Fig: 6

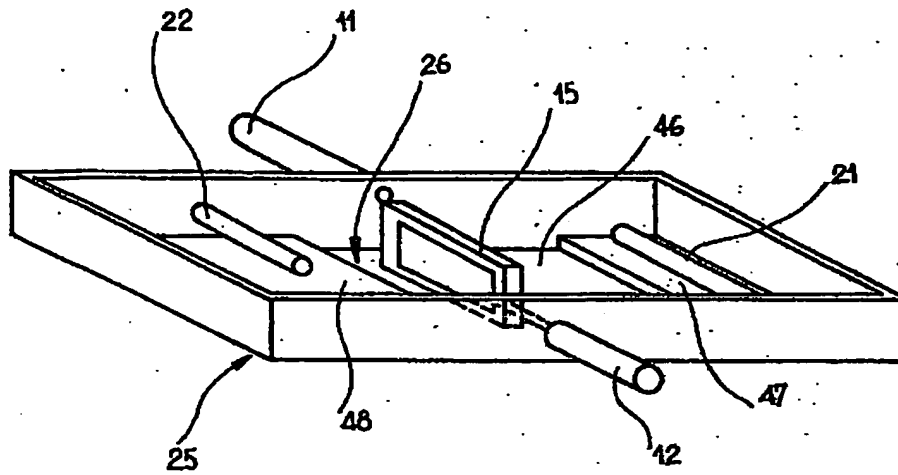


Fig. 7

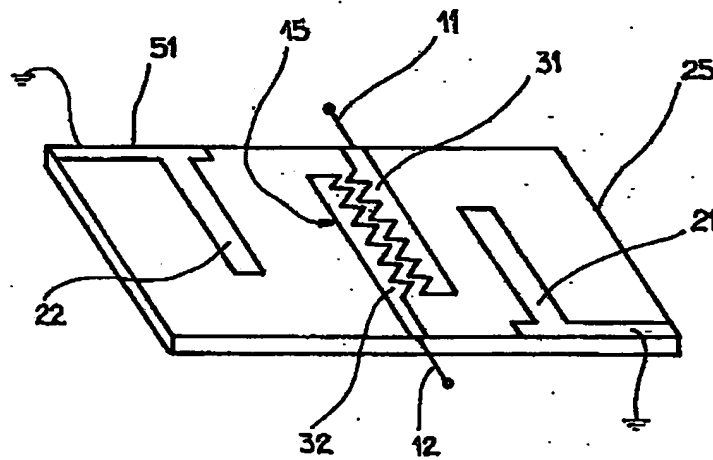


Fig. 8

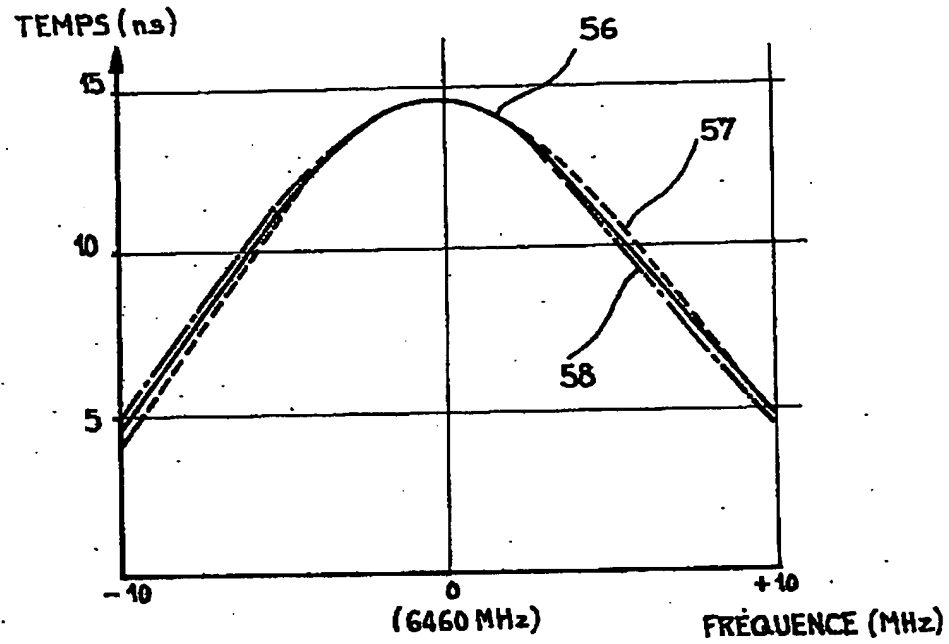


Fig:9